

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

1999年 6月28日

出 願 番 号
Application Number:

平成11年特許願第182169号

出 願 人
Applicant(s):

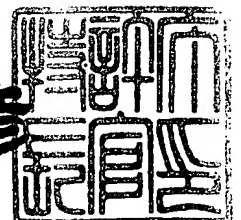
ミノルタ株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2000年 5月12日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近 藤 隆 彦



出証番号 出証特2000-3032466

【書類名】 特許願

【整理番号】 P990628124

【提出日】 平成11年 6月28日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 27/14

【発明の名称】 固体撮像装置

【請求項の数】 9

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府中央区安土町二丁目 3 番 1 3 号 大阪国際ビル
ミノルタ株式会社内

 【氏名】 角本 兼一

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府中央区安土町二丁目 3 番 1 3 号 大阪国際ビル
ミノルタ株式会社内

 【氏名】 草鹿 泰

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府中央区安土町二丁目 3 番 1 3 号 大阪国際ビル
ミノルタ株式会社内

 【氏名】 矢野 壮

【特許出願人】

 【識別番号】 000006079

 【氏名又は名称】 ミノルタ株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100085501

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 佐野 静夫

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 024969

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9716119

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 固体撮像装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入射光量に応じた電気信号を発生する固体撮像素子を有する固体撮像装置において、

前記固体撮像素子の動作状態を、前記電気信号が入射光量に対して線形的に変換されて出力される第 1 状態と、自然対数的に変換されて出力される第 2 状態とに切り換え可能とするとともに、

被写体の輝度範囲を検出する輝度範囲検出手段を設けて、被写体の輝度範囲に応じて、前記固体撮像素子の動作状態を切り換えることを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 2】 被写体の輝度範囲が狭いとき、前記固体撮像素子の動作状態を第 1 状態にし、

被写体の輝度範囲が広いとき、前記固体撮像素子の動作状態を第 2 状態にすることを特徴とする請求項 1 に記載の固体撮像装置。

【請求項 3】 前記輝度範囲検出手段が、

被写体の各部の輝度を検出するための複数の輝度検出素子と、

各輝度検出素子から送出される電気信号のレベルの大きさを順次比較してその最大値と最小値を検出し、この電気信号のレベルの最大値と最小値の差に応じて前記固体撮像素子の動作状態を第 1 状態にするか第 2 状態にするか判定する切換判定手段と、

切換判定手段によって判定された結果に応じて、前記固体撮像素子の動作状態を切り換える切換信号を発生する切換信号発生手段と、

を有することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の固体撮像装置。

【請求項 4】 前記判定手段は、前記検出手段から出力される電気信号のレベルに対する切換判定のための閾値を持つことを特徴とする請求項 3 に記載の固体撮像装置。

【請求項 5】 前記切換信号が、2 値の電圧信号であることを特徴とする請求項 3 又は請求項 4 に記載の固体撮像装置。

【請求項 6】 前記輝度検出素子が、フォトダイオードであることを特徴とする請求項 3～請求項 5 のいずれかに記載の固体撮像装置。

【請求項 7】 前記固体撮像素子が、

第 1 電極に直流電圧が印加された感光素子と、

第 1 電極と第 2 電極と制御電極とを備え、第 1 電極及び制御電極が前記感光素子の第 2 電極に接続され、前記感光素子からの出力電流が流れ込むトランジスタと、を有し、

前記トランジスタの第 1 電極と第 2 電極の間の電位差を変化させることによって、固体撮像素子の動作を、第 1 状態と第 2 状態とに切り換えることを特徴とする請求項 1～請求項 6 のいずれかに記載の固体撮像装置。

【請求項 8】 前記固体撮像素子が、

第 1 電極に直流電圧が印加された感光素子と、

第 1 電極と第 2 電極と制御電極とを備え、第 1 電極が前記感光素子の第 2 電極に接続され、前記感光素子からの出力電流が流れ込むとともに、第 2 電極と制御電極とが接続されたトランジスタと、を有し、

前記トランジスタの第 1 電極と第 2 電極の間の電位差を変化させることによって、固体撮像素子の動作を、第 1 状態と第 2 状態とに切り換えることを特徴とする請求項 1～請求項 6 のいずれかに記載の固体撮像装置。

【請求項 9】 前記固体撮像素子が、

第 1 電極に直流電圧が印加された感光素子と、

第 1 電極と第 2 電極と制御電極とを備え、制御電極に直流電圧が印加されるとともに、第 1 電極が前記感光素子の第 2 電極に接続され、前記感光素子からの出力電流が流れ込むトランジスタと、を有し、

前記トランジスタの第 1 電極と第 2 電極の間の電位差を変化させることによって、固体撮像素子の動作を、第 1 状態と第 2 状態とに切り換えることを特徴とする請求項 1～請求項 6 のいずれかに記載の固体撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、入射光に対する電気信号の線形変換と対数変換を行える固体撮像素子を有する固体撮像装置に関するもので、特に1つの固体撮像素子で線形変換動作と対数変換動作とを切り換えて行うことが可能な固体撮像装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、フォトダイオードなどの感光素子をマトリクス状に配置したエリアセンサ等の固体撮像素子は、その感光素子に入射された光の輝度に対して、線形的に変換した信号を出力する。このように線形変換を行うエリアセンサ（以下、「リニアセンサ」と呼ぶ。）は、例えば、レンズの絞りを調整することにより、被写体の最も明るい部分（ハイライト部）を撮像する感光素子とその最大レベルの90パーセント程度のレベルの電気信号として出力できるように、調節される。このようなりニアセンサを用いることによって、被写体の輝度分布においてその最小値を $L_{\min} [cd/m^2]$ 、その最大値を $L_{\max} [cd/m^2]$ としたとき、被写体の輝度範囲 L_{\max}/L_{\min} が2桁以下の狭い範囲であれば階調性豊かに被写体の情報を取り込むことができる。

【0003】

それに対して、本出願人は、入射した光量に応じた電流を発生する感光素子と、その電流を入力するMOSトランジスタと、このMOSトランジスタをサブスレッショルド電流が流れうる状態にバイアスするバイアス手段とを備え、感光素子からの電流を対数変換するようにしたエリアセンサ（以下、「LOGセンサ」と呼ぶ。）を提案した（特開平3-192764号公報参照）。このようなLOGセンサは、被写体の最も明るい部分（ハイライト部）を撮像する感光素子とその最大レベルの90パーセント程度のレベルの電気信号として出力できるように、調節した場合、その輝度範囲 L_{\max}/L_{\min} が5桁～6桁の広い範囲となる被写体の情報を取り込むことができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

上記リニアセンサでは撮像可能な輝度範囲が略2桁と狭いため、被写体に直射日光が当たるなどの要因で被写体の輝度が明るくなり、明部が感光素子が扱えるレベルを超えてオーバーフローを起こすような状態になったとき、このレベルを超えた明部の情報を取り込むことができず、白トビという現象が起こる。又、この白トビを避けるために、取り込み可能な輝度範囲を明部側にシフトして明部の情報を取り込み可能とすると、逆に暗部の情報を取り込むことができず、黒ツブレという現象が起こる。

【0005】

一方、LOGセンサの出力特性は図12のように対数関数を示す。そのため、このLOGセンサを用いたときは、高輝度部での階調性が乏しくなりやすく、例えば、明るい被写体に対しては、暗部及び明部の情報をともし取り込むことが可能であるが、暗い被写体に対しては、明部の階調性が乏しくなるなどの問題があった。

【0006】

このような問題点を鑑みて、本発明は、被写体の明るさの状態にかかわらず常に良好な撮像を行うことができる固体撮像装置を提供することを目的とする。又、固体撮像素子の入射光に対する電気信号の線形変換動作と対数変換動作とを、自動的に切り換えることができる固体撮像装置を提供することを目的とする。又、本発明の他の目的は、1つの固体撮像素子が前記線形変換動作と前記対数変換動作とを行う固体撮像装置を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記の問題を達成するため請求項1に記載の固体撮像装置は、入射光量に応じた電気信号を発生する固体撮像素子を有する固体撮像装置において、前記固体撮像素子の動作状態を、前記電気信号が入射光量に対して線形的に変換されて出力される第1状態と、自然対数的に変換されて出力される第2状態とに切り換え可能とするとともに、被写体の輝度範囲を検出する輝度範囲検出手段を設けて、被

写体の輝度範囲に応じて、前記固体撮像素子の動作状態を切り換えることを特徴とする。

【0008】

このような構成の固体撮像装置によると、被写体の輝度を検出することによって、階調性の良い第1状態と、輝度範囲の広い被写体を撮像可能な第2状態とを、検出した被写体の輝度範囲に応じて切り換えることができる。又、請求項2に記載するように、被写体の輝度範囲が狭いとき、前記固体撮像素子の動作状態を第1状態にし、被写体の輝度範囲が広いとき、前記固体撮像素子の動作状態を第2状態にすることによって、被写体全体の輝度範囲の狭い状態では階調性の豊かな高品位の画像を、被写体全体の輝度範囲の広い状態では白トビ又は黒ツブレの無い奥行きのある高品位の画像をそれぞれ撮像することができる。

【0009】

請求項3に記載の固体撮像装置は、請求項1又は請求項2に記載の固体撮像装置において、前記輝度範囲検出手段が、被写体の各部の輝度を検出するための複数の輝度検出素子と、各輝度検出素子から送出される電気信号のレベルの大小を順次比較してその最大値と最小値を検出し、この電気信号のレベルの最大値と最小値の差に応じて前記固体撮像素子の動作状態を第1状態にするか第2状態にするか判定する切替判定手段と、切替判定手段によって判定された結果に応じて、前記固体撮像素子の動作状態を切り換える切替信号を発生する切替信号発生手段と、を有することを特徴とする。

【0010】

このような固体撮像装置において、請求項4に記載するように、前記判定手段が、前記検出手段から出力される電気信号のレベルに対する切替判定のための閾値を持つものとしても良い。又、請求項5に記載するように、前記切替信号を2値の電圧信号とすることによって、固体撮像素子内の素子に印加するバイアス電圧の値を変化させることによって、固体撮像素子の動作を第1状態又は第2状態に切り換えることができる。又、請求項6に記載するように、前記輝度検出素子をフォトダイオードとしても良い。

【0011】

請求項7に記載の固体撮像装置は、請求項1～請求項6のいずれかに記載の固体撮像装置において、前記固体撮像素子が、第1電極に直流電圧が印加された感光素子と、第1電極と第2電極と制御電極とを備え、第1電極及び制御電極が前記感光素子の第2電極に接続され、前記感光素子からの出力電流が流れ込むトランジスタと、を有し、前記トランジスタの第1電極と第2電極の間の電位差を変化させることによって、固体撮像素子の動作を、第1状態と第2状態とに切り換えることを特徴とする。

【0012】

請求項8に記載の固体撮像装置は、請求項1～請求項6のいずれかに記載の固体撮像装置において、前記固体撮像素子が、第1電極に直流電圧が印加された感光素子と、第1電極と第2電極と制御電極とを備え、第1電極が前記感光素子の第2電極に接続され、前記感光素子からの出力電流が流れ込むとともに、第2電極と制御電極とが接続されたトランジスタと、を有し、前記トランジスタの第1電極と第2電極の間の電位差を変化させることによって、固体撮像素子の動作を、第1状態と第2状態とに切り換えることを特徴とする。

【0013】

請求項9に記載の固体撮像装置は、請求項1～請求項6のいずれかに記載の固体撮像装置において、前記固体撮像素子が、第1電極に直流電圧が印加された感光素子と、第1電極と第2電極と制御電極とを備え、制御電極に直流電圧が印加されるとともに、第1電極が前記感光素子の第2電極に接続され、前記感光素子からの出力電流が流れ込むトランジスタと、を有し、前記トランジスタの第1電極と第2電極の間の電位差を変化させることによって、固体撮像素子の動作を、第1状態と第2状態とに切り換えることを特徴とする。

【0014】

【発明の実施の形態】

本発明の実施形態について、図面を参照して説明する。図1は、本発明を実施した固体撮像装置の内部構造を示すブロック図である。図2及び図4は、図1に示す固体撮像装置に設けられた固体撮像素子であるエリアセンサの構造の1例を

示すブロック図である。図 3 は、図 2 に示すエリアセンサ内の画素の構成の 1 例を示す回路図である。図 6 は、図 4 に示すエリアセンサ内の画素の構成の 1 例を示す回路図である。

【0015】

図 1 に示す固体撮像装置 1 は、対物レンズ 2 と、該対物レンズ 2 を介して入射する光に応じて対数変換もしくは線形変換を行った電気信号を出力するエリアセンサ 3 と、被写体の明るさを検出するための輝度検出素子が複数配設された輝度検出装置 4 と、この輝度検出装置 4 に設けられた各輝度検出素子から送出される電気信号のレベルの格差を求めることによって被写体の輝度範囲を検知してエリアセンサ 3 を対数変換動作させるか線形変換させるかを判定するとともに判定信号を発生する切換判定回路 5 と、前記判定信号によってエリアセンサ 3 の対数変換動作と線形変換動作を切り換えるための切換信号をエリアセンサ 3 に送出する切換信号発生回路 6 と、エリアセンサ 3 から送出される電気信号を演算処理する処理部 20 とを有している。尚、前記輝度検出素子は例えばフォトダイオードやフォトランジスタで構成される。処理部 20 で処理された信号は、出力端子 9 1 から固体撮像装置 1 の外部へ出力され記録媒体への記録や表示装置への出力など種々の用途に供される。又、出力端子 9 2 からファインダー 21 へも与えられる。

【0016】

このような構成の固体撮像装置に設けられたエリアセンサ 3 の構成の一例について、図 2 を参照して説明する。同図において、 $G_{11} \sim G_{mn}$ は行列配置（マトリクス配置）された画素を示している。7 は垂直走査回路であり、行（ライン）9-1、9-2、 \dots 、9-n を順次走査していく。8 は水平走査回路であり、画素から出力信号線 10-1、10-2、 \dots 、10-m に導出された光電変換信号を画素ごとに水平方向に順次読み出す。11 は電源ラインである。各画素に対し、上記ライン 9-1、9-2、 \dots 、9-n や出力信号線 10-1、10-2、 \dots 、10-m、電源ライン 11 だけでなく、他のライン（例えば、クロックラインやバイアス供給ライン等）も接続されるが、図 2 ではこれらについて省略している。

【0017】

出力信号線 10-1、10-2、・・・、10-m ごとに N チャンネルの MOS トランジスタ Q1、Q2、・・・、Qm が図示の如く 1 つずつ設けられている。トランジスタ Q1、Q2、・・・、Qm のドレインは、それぞれ出力信号線 10-1、10-2、・・・、10-m に接続され、ソースは最終的な信号線 12 に接続され、ゲートは水平走査回路 8 に接続されている。尚、後述するように各画素内にはスイッチ用の N チャンネルの第 4 MOS トランジスタ T4 も設けられている。ここで、トランジスタ T4 は行の選択を行うものであり、トランジスタ Q1～Qm は列の選択を行うものである。

【0018】

更に、このようなエリアセンサ 3 内の画素 G11～Gmn の構成について、図 3 を参照して説明する。図 3 において、pn フォトダイオード PD が感光部（光電変換部）を形成している。そのフォトダイオード PD のアノードは第 1 MOS トランジスタ T1 のドレインとゲート、第 2 MOS トランジスタ T2 のゲート、及び第 3 MOS トランジスタ T3 のドレインに接続されている。トランジスタ T2 のソースは行選択用の第 4 MOS トランジスタ T4 のドレインに接続されている。トランジスタ T4 のソースは出力信号線 10（この出力信号線 10 は図 2 の 10-1、10-2、・・・、10-m に対応する）へ接続されている。尚、トランジスタ T1、T2、T3、T4 は、いずれも N チャンネルの MOS トランジスタでバックゲートが接地されている。

【0019】

又、フォトダイオード PD のカソードには直流電圧 VPD が印加されるようになっている。一方、トランジスタ T1 のソースには信号 ϕ VPS が印加され、トランジスタ T2 のソースにはキャパシタ C の一端が接続される。キャパシタ C の他端には信号 ϕ VPS が与えられる。トランジスタ T3 のソースには直流電圧 VRB が印加されるとともに、そのゲートには信号 ϕ VRS が入力される。トランジスタ T2 のドレインには信号 ϕ D が入力される。又、トランジスタ T4 のゲートには信号 ϕ V が入力される。尚、本実施形態において、信号 ϕ VPS は、2 値的に変化するものとし、トランジスタ T1、T2 をサブスレッショルド領域で動作させるため

の電圧をローレベルとし、直流電圧 V_{PD} と略等しい電圧をハイレベルとする。

【 0 0 2 0 】

このような構成の画素において、信号 ϕV_{PS} の電圧値を切り換えてトランジスタ T_1 のバイアスを変えることにより、出力信号線 10 に導出される出力信号をフォトダイオード PD が入射光に応じて出力する電気信号（以下、「光電流」という。）に対して自然対数的に変換させる場合と、線形的に変換させる場合とを実現することができる。以下、これらの各場合について簡単に説明する。

【 0 0 2 1 】

（１） 光電流を自然対数的に変換して出力する場合。

まず、信号 ϕV_{PS} をローレベルとし、トランジスタ T_1 、 T_2 がサブスレッショルド領域で動作するようにバイアスされているときの動作について説明する。このとき、トランジスタ T_3 のゲートに与えられる信号 ϕV_{RS} がローレベルになっているので、トランジスタ T_3 は OFF となり、実質的に存在しないことと等価になる。又、トランジスタ T_2 に与えられる信号 ϕD はハイレベル（直流電圧 V_{PD} と同じ又は直流電圧 V_{PD} に近い電位）とする。

【 0 0 2 2 】

図 3 の回路において、フォトダイオード PD に光が入射すると光電流が発生し、トランジスタのサブスレッショルド特性により、前記光電流を自然対数的に変換した値の電圧がトランジスタ T_1 、 T_2 のゲートに発生する。この電圧により、トランジスタ T_2 に電流が流れ、キャパシタ C には前記光電流の積分値を自然対数的に変換した値と同等の電荷が蓄積される。つまり、キャパシタ C とトランジスタ T_2 のソースとの接続ノード a に、前記光電流の積分値を自然対数的に変換した値に比例した電圧が生じることになる。ただし、このとき、トランジスタ T_4 は OFF の状態であるとする。

【 0 0 2 3 】

次に、トランジスタ T_4 のゲートにパルス信号 ϕV を与えて、トランジスタ T_4 を ON にすると、キャパシタ C に蓄積された電荷が、出力電流として出力信号線 10 に導出される。この出力信号線 10 に導出される電流は前記光電流の積分値を自然対数的に変換した値となる。このようにして入射光量の対数值に比例し

た信号（出力電流）を読み出すことができる。信号を読み出した後、トランジスタT4をOFFとするとともに信号 ϕ Dをローレベル（信号 ϕ VPSよりも低い電位）にしてトランジスタT2を通して信号 ϕ Dの線路へキャパシタCに蓄積された電荷を放電することによって、キャパシタC及び接続ノードaの電位が初期化される。このような動作を所定の時間間隔で繰り返すことにより、刻々と変化する被写体像を広いダイナミックレンジで連続的に撮像することができる。尚、このように入射光量を自然対数的に変換する場合、信号 ϕ VRSは、常にローレベルのままであり、トランジスタT3はOFF状態となっている。

【0024】

（2） 光電流を線形的に変換して出力する場合。

次に、信号 ϕ VPSをハイレベルとしたときの動作について説明する。このとき、トランジスタT1のソース側のポテンシャルが高くなる。よって、トランジスタT1は実質的にOFF状態となり、トランジスタT1のソース・ドレイン間に電流が流れない。又、トランジスタT3のゲートに与える信号 ϕ VRSをローレベルに保ち、トランジスタT3をOFFにしておく。

【0025】

そして、まず、トランジスタT4をOFFするとともに信号 ϕ Dをローレベル（信号 ϕ VPSよりも低い電位）にするとキャパシタCの電荷がトランジスタT2を通して信号 ϕ Dの線路へ放電され、それによってキャパシタCをリセットして、接続ノードaの電位を例えば直流電圧VPDより低い電位に初期化する。この電位はキャパシタCによって保持される。その後、 ϕ Dをハイレベル（直流電圧VPDと同じ又は直流電圧VPDに近い電位）に戻す。このような状態において、フォトダイオードPDに光が入射すると光電流が発生する。このとき、トランジスタT1のバックゲートとゲートとの間やフォトダイオードPDの接合容量などでキャパシタを構成するので、光電流による電荷が主としてトランジスタT1、T2のゲートに蓄積される。よって、トランジスタT1、T2のゲート電圧が前記光電流を積分した値に比例した値になる。

【0026】

今、接続ノードaの電位が前記初期化により直流電圧VPDより低くなっている

ので、トランジスタ T 2 は ON し、トランジスタ T 2 のゲート電圧に応じたドレイン電流がトランジスタ T 2 を流れ、トランジスタ T 2 のゲート電圧に比例した量の電荷がキャパシタ C に蓄積される。よって、接続ノード a の電位が前記光電流を積分した値に比例した値になる。次に、トランジスタ T 4 のゲートにパルス信号 ϕV を与えて、トランジスタ T 4 を ON にすると、キャパシタ C に蓄積された電荷が、出力電流として出力信号線 1 0 に導出される。この出力電流は前記光電流の積分値を線形的に変換した値となる。

【 0 0 2 7 】

このようにして入射光量に比例した信号（出力電流）を読み出すことができる。又、この後、トランジスタ T 4 を OFF とするとともに信号 ϕD をローレベルにしてトランジスタ T 2 を通して信号 ϕD の線路へ放電することによって、キャパシタ C 及び接続ノード a の電位が初期化される。しかる後、トランジスタ T 3 のゲートにハイレベルの信号 ϕVRS を与えることで、トランジスタ T 3 を ON にして、フォトダイオード PD、トランジスタ T 1 のドレイン電圧及びトランジスタ T 1, T 2 のゲート電圧を初期化させる。このような動作を所定の時間間隔で繰り返すことにより、刻々と変化する被写体像を S/N 比の良好な状態で連続的に撮像することができる。

【 0 0 2 8 】

このように、図 3 に示す画素は、簡単な電位操作により同一の画素で光電変換出力特性を切り換えることが可能になる。尚、信号を対数変換して出力する状態から線形変換して出力する状態に切り換える際には、まず ϕVPS の電位調整により出力の切り換えを行ってから、トランジスタ T 3 によるトランジスタ T 1 などのリセットを行うことが好ましい。一方、信号を線形変換して出力する状態から対数変換して出力する状態に切り換える際には、トランジスタ T 3 によるトランジスタ T 1 などのリセットは特に必要ない。これは、トランジスタ T 1 が完全な OFF 状態ではないことに起因してトランジスタ T 1 に蓄積されたキャリアは逆極性のキャリアによってうち消されるためである。

【 0 0 2 9 】

又、エリアセンサ 3 の構成の別の例について、図 4 を参照して説明する。同図

において、 $G_{11} \sim G_{mn}$ は行列配置（マトリクス配置）された画素を示している。7は垂直走査回路であり、行（ライン） $9-1$ 、 $9-2$ 、 \dots 、 $9-n$ を順次走査していく。8は水平走査回路であり、画素から出力信号線 $10-1$ 、 $10-2$ 、 \dots 、 $10-m$ に導出された光電変換信号を画素ごとに水平方向に順次読み出す。 11 は電源ラインである。各画素に対し、上記ライン $9-1$ 、 $9-2$ 、 \dots 、 $9-n$ や出力信号線 $10-1$ 、 $10-2$ 、 \dots 、 $10-m$ 、電源ライン 11 だけでなく、他のライン（例えば、クロックラインやバイアス供給ライン等）も接続されるが、図4ではこれらについて省略する。

【0030】

出力信号線 $10-1$ 、 $10-2$ 、 \dots 、 $10-m$ ごとにNチャネルのMOSトランジスタ Q_1 、 Q_2 、 \dots 、 Q_m 及びNチャネルのMOSトランジスタ Q_{a1} 、 Q_{a2} 、 \dots 、 Q_{am} が図示の如く1組ずつ設けられている。トランジスタ Q_{a1} 、 Q_{a2} 、 \dots 、 Q_{am} のゲートは直流電圧線 13 に接続され、ドレインはそれぞれ出力信号線 $10-1$ 、 $10-2$ 、 \dots 、 $10-m$ に接続され、ソースは直流電圧 V_{PS}' のライン 14 に接続されている。一方、トランジスタ Q_1 、 Q_2 、 \dots 、 Q_m のドレインはそれぞれ出力信号線 $10-1$ 、 $10-2$ 、 \dots 、 $10-m$ に接続され、ソースは最終的な信号線 12 に接続され、ゲートは水平走査回路8に接続されている。

【0031】

画素 $G_{11} \sim G_{mn}$ には、後述するように、それらの画素で発生した光電荷に基づく信号を出力するNチャネルの第5MOSトランジスタ T_5 が設けられている。トランジスタ T_5 とトランジスタ Q_a （このトランジスタ Q_a は、図4のトランジスタ $Q_{a1} \sim Q_{am}$ に対応する。）との接続関係は図5（a）のようになる。ここで、トランジスタ Q_a のソースに接続される直流電圧 V_{PS}' と、トランジスタ T_5 のドレインに接続される直流電圧 V_{PD}' との関係は $V_{PD}' > V_{PS}'$ であり、直流電圧 V_{PS}' は例えばグランド電圧（接地）である。この回路構成は上段のトランジスタ T_5 のゲートに信号が入力され、下段のトランジスタ Q_a のゲートには直流電圧 DC が常時印加される。このため下段のトランジスタ Q_a は抵抗又は定電流源と等価であり、図5（a）の回路はソースフォロワ型の増幅回路と

なっている。この場合、トランジスタ T 5 から増幅出力されるのは電流であると考えてよい。

【0032】

トランジスタ Q (このトランジスタ Q は、図 4 のトランジスタ Q 1 ~ Q m に対応する。) は水平走査回路 8 によって制御され、スイッチ素子として動作する。尚、後述するように図 6 の画素内にはスイッチ用の N チャネルの第 4 MOS トランジスタ T 4 も設けられている。このトランジスタ T 4 も含めて表わすと、図 5 (a) の回路は正確には図 5 (b) のようになる。即ち、トランジスタ T 4 がトランジスタ Q a とトランジスタ T 5 との間に挿入されている。ここで、トランジスタ T 4 は行の選択を行うものであり、トランジスタ Q は列の選択を行うものである。

【0033】

図 5 のように構成することにより信号のゲインを大きく出力することができる。従って、画素がダイナミックレンジ拡大のために感光素子から発生する光電流を自然対数的に変換しているような場合は、そのままでは出力信号が小さいが、本増幅回路により充分大きな信号に増幅されるため、後続の信号処理回路 (図示せず) での処理が楽になる。また、増幅回路の負荷抵抗部分を構成するトランジスタ Q a を画素内に設けずに、列方向に配置された複数の画素が接続される出力信号線 10-1、10-2、・・・、10-m ごとに設けることにより、負荷抵抗又は定電流源の数を低減でき、半導体チップ上で増幅回路が占める面積を少なくできる。

【0034】

図 4 に示した構成のエリアセンサ 3 の各画素の一例について、図 6 を参照して説明する。尚、図 3 に示す画素と同様の目的で使用される素子及び信号線などは、同一の符号を付して、その詳細な説明は省略する。

【0035】

図 6 に示す画素は、図 3 に示す画素に、接続ノード a にゲートが接続され接続ノード a にかかる電圧に応じた電流増幅を行う第 5 MOS トランジスタ T 5 と、このトランジスタ T 5 のソースにドレインが接続された行選択用の第 4 MOS ト

ランジスタT4と、接続ノードaにドレインが接続されキャパシタC及び接続ノードaの電位の初期化を行う第6MOSトランジスタT6とが付加された構成となる。トランジスタT4のソースは出力信号線10（この出力信号線10は図4の10-1、10-2、・・・、10-mに対応する）へ接続されている。尚、トランジスタT4～T6も、トランジスタT1～T3と同様に、NチャネルのMOSトランジスタでバックゲートが接地されている。

【0036】

又、トランジスタT2、T5のドレインには直流電圧VPDが印加され、トランジスタT4のゲートには信号 ϕV が入力される。又、トランジスタT6のソースには直流電圧VRB2が印加されるとともに、そのゲートには信号 $\phi VRS2$ が入力される。尚、本実施形態において、トランジスタT1～T3及びキャパシタCは、図3に示す画素内の各素子と同様の動作を行い、信号 ϕVPS の電圧値を切り換えてトランジスタT1のバイアスを変えることにより、出力信号線10に導出される出力信号を光電流に対して自然対数的に変換させる場合と、線形的に変換させる場合とを実現することができる。以下これらの各場合における動作を説明する。

【0037】

(1) 光電流を自然対数的に変換して出力する場合。

まず、信号 ϕVPS をローレベルとし、トランジスタT1、T2がサブスレッシヨルド領域で動作するようにバイアスされているときの動作について、説明する。このとき、トランジスタT3のゲートには、第1の実施形態と同様にローレベルの信号 ϕVRS が与えられるので、トランジスタT3はOFFとなり、実質的に存在しないことと等価になる。

【0038】

フォトダイオードPDに光が入射すると光電流が発生し、トランジスタのサブスレッシヨルド特性により、前記光電流を自然対数的に変換した値の電圧がトランジスタT1、T2のゲートに発生する。この電圧により、トランジスタT2に電流が流れ、キャパシタCには前記光電流の積分値を自然対数的に変換した値と同等の電荷が蓄積される。つまり、キャパシタCとトランジスタT2のソースと

の接続ノード a に、前記光電流の積分値を自然対数的に変換した値に比例した電圧が生じることになる。ただし、このとき、トランジスタ T 4, T 6 は OFF 状態である。

【0039】

次に、トランジスタ T 4 のゲートにパルス信号を与えて、トランジスタ T 4 を ON にすると、トランジスタ T 5 のゲートにかかる電圧に比例した電流がトランジスタ T 4, T 5 を通って出力信号線 10 に導出される。今、トランジスタ T 5 のゲートにかかる電圧は、接続ノード a にかかる電圧であるので、出力信号線 10 に導出される電流は前記光電流の積分値を自然対数的に変換した値となる。

【0040】

このようにして入射光量の対数値に比例した信号（出力電流）を読み出すことができる。信号読み出し後はトランジスタ T 4 を OFF にするとともに、トランジスタ T 6 のゲートにハイレベルの信号 ϕ VRS2 を与えることでトランジスタ T 6 を ON として、キャパシタ C 及び接続ノード a の電位を初期化させることができる。尚、このように入射光量に対してその出力電流を自然対数的に変換する場合、信号 ϕ VRS は、常にローレベルのままである。

【0041】

(2) 光電流を線形的に変換して出力する場合。

次に、信号 ϕ VPS をハイレベルとしたときの動作について説明する。このとき、トランジスタ T 3 のゲートにローレベルの信号 ϕ VRS を与えて、トランジスタ T 3 は OFF とする。そして、まず、トランジスタ T 6 のゲートにハイレベルの信号 ϕ VRS2 を与えて該トランジスタ T 6 を ON することによりキャパシタ C をリセットするとともに、接続ノード a の電位を直流電圧 VPD より低い電位 VRB2 に初期化する。この電位はキャパシタ C によって保持される。その後、信号 ϕ VRS2 をローレベルとして、トランジスタ T 6 を OFF とする。このような状態において、フォトダイオード PD に光が入射すると光電流が発生する。このとき、トランジスタ T 1 のバックゲートとゲートとの間やフォトダイオード PD の接合容量でキャパシタを構成するので、光電流による電荷がトランジスタ T 1 のゲート及びドレインに蓄積される。よって、トランジスタ T 1, T 2 のゲート電圧が

前記光電流を積分した値に比例した値になる。

【0042】

今、接続ノード a の電位が直流電圧 VPD より低いので、トランジスタ T2 は ON し、トランジスタ T2 のゲート電圧に応じたドレイン電流がトランジスタ T2 を流れ、トランジスタ T2 のゲート電圧に比例した量の電荷がキャパシタ C に蓄積される。よって、接続ノード a の電位が前記光電流を積分した値に比例した値になる。次に、トランジスタ T4 のゲートにパルス信号を与えて、トランジスタ T4 を ON にすると、トランジスタ T5 のゲートにかかる電圧に比例した電流がトランジスタ T4, T5 を通って出力信号線 10 に導出される。トランジスタ T5 のゲートにかかる電圧は、接続ノード a の電圧であるので、出力信号線 10 に導出される電流は前記光電流の積分値を線形的に変換した値となる。

【0043】

このようにして入射光量に比例した信号（出力電流）を読み出すことができる。信号読み出し後は、まず、トランジスタ T4 を OFF にするとともに、トランジスタ T3 のゲートにハイレベルの信号 ϕ VRS を与えることで、トランジスタ T3 を ON として、フォトダイオード PD、トランジスタ T1 のドレイン電圧、及びトランジスタ T1, T2 のゲート電圧を初期化させる。次に、トランジスタ T6 のゲートにハイレベルの信号 ϕ VRS2 を与えることでトランジスタ T6 を ON として、キャパシタ C 及び接続ノード a の電位を初期化させる。

【0044】

又、各画素からの信号読み出しは電荷結合素子（CCD）を用いて行うようにしてもかまわない。この場合、図3又は図6のトランジスタ T4 に相当するポテンシャルレベルを可変としたポテンシャルの障壁を設けることにより、CCD への電荷読み出しを行えばよい。

【0045】

次に、上記した図3のような画素を設けた図2のような構成のエリアセンサ又は図6のような画素を設けた図4のような構成のエリアセンサをエリアセンサ3に用いたときの固体撮像装置1の動作について、図1及び図7を参照して以下に説明する。但し、図7では処理部20を図示省略している。図1に示す固体撮像

装置 1 は、エリアセンサ 3 が対数変換動作を行うか線形変換動作を行うかの切換点を、被写体の輝度範囲が例えば 2.5 桁となるような点に設定する。

【0046】

ところで、まず、エリアセンサ 3 を対数変換動作させるときは、高輝度の階調性が乏しくなるが、幅広い輝度範囲の被写体を撮像可能である。そのため、被写体が明るくその輝度範囲が 3～4 桁程度と広いときに有効で、特に直射日光が被写体に当たっているか、又は直射日光が被写体の背景に存在する場合に用いると、影になっている部分の描写も十分に行われるので、奥行きのある高品位の画像を撮像することが可能である。

【0047】

次に、エリアセンサ 3 を線形変換動作させるときは、幅広い輝度範囲の被写体の撮像が不可能となるが、画像全体の階調性が豊かである。そのため、被写体が暗くその輝度範囲が 2 桁程度と狭いときに有効で、特に被写体が日陰に存在するか、又は曇天に被写体を撮像する場合に用いると、階調性豊かな高品位の画像を撮像することが可能である。

【0048】

(A) 明るい状況で被写体を撮像するとき

図 7 (a) のように、直射日光を受けた被写体 50 を撮像するとき、輝度検出装置 4 内に設けられた各輝度検出素子に被写体側から入射する光の輝度に応じて電気信号を切換判定回路 5 に送出する。この切換判定回路 5 では、輝度検出装置 4 の各輝度検出素子から送出される電気信号の信号レベルの大小を順次比較して、その最大値と最小値を検知する。更に、このようにして検知した信号レベルの最大値と最小値の差が基準値より大きいとき（被写体の輝度範囲が 2.5 桁以上あるとき）、被写体の輝度範囲が広いものと判定する。よって、切換判定回路 5 によりエリアセンサ 3 を対数変換動作させるべきであると判定する。

【0049】

この判定信号を受けた切換信号発生回路 6 は、 ϕ VPS (図 3 又は図 6) をローレベルとする切換信号を発生する。この切換信号により、画素内のトランジスタ T1 (図 3 又は図 6) のソース及びキャパシタ C (図 3 又は図 6) にかかる電圧

がローレベルとなって、上記したように、トランジスタ T1, T2 (図3又は図6) がサブスレッシュド領域で動作するようにバイアスされ、エリアセンサ3から対数変換された電気信号が出力信号線10 (図3又は図6) 及び最終的な信号線12 (図2又は図4) を介して処理部20に送出される。このように送出された電気信号を処理部20で演算処理を行い、ファインダー21に撮像した画像を映し出す。

【0050】

(B) 暗い状況で被写体を撮像するとき

図7 (b) のように、曇天などのときに直射日光が遮られた被写体50を撮像するとき、輝度検出装置4内に設けられた各輝度検出素子に被写体側から入射する光の輝度に応じて電気信号を切換判定回路5に送出する。この切換判定回路5では、輝度検出装置4の各輝度検出素子から送出される電気信号の信号レベルの大小を順次比較して、その最大値と最小値を検知する。更に、このようにして検知した信号レベルの最大値と最小値の差が基準値より小さいとき (例えば、被写体の輝度範囲が2.5桁より狭いとき)、被写体の輝度範囲が狭いものと判定する。よって、切換判定回路5によりエリアセンサ3を線形変換動作させるべきであると判定する。

【0051】

この判定信号を受けた切換信号発生回路6は、 ϕ VPS (図3又は図6) をハイレベルとする切換信号を発生する。この切換信号により、画素内のトランジスタ T1 (図3又は図6) のソースにかかる電圧がハイレベルとなって、上記したように、トランジスタ T1 (図3又は図6) が実質的にOFF状態となり、エリアセンサ3から線形変換された電気信号が出力信号線10 (図3又は図6) 及び最終的な信号線12 (図2又は図4) を介して処理部20に送出される。このように送出された電気信号を処理部20で演算処理を行い、ファインダー21に撮像した画像を映し出す。

【0052】

本実施形態では、図2のような構成のエリアセンサにおいて、図3のような回路構成の画素を用いて説明したが、このような回路構成の画素以外に、例えば、

図 8 又は図 9 に示すような回路構成の画素を用いてもかまわない。ここで、図 8 の画素の構成について、以下に説明する。尚、図 3 に示す画素と同様の目的で使用される素子及び信号線などは、同一の符号を付して、その詳細な説明は省略する。

【 0 0 5 3 】

図 8 に示す画素は、図 3 に示す画素のように、トランジスタ T 1 のドレインとゲートを接続せずに、ソースとゲートを接続するようにしている。まず、光電流を対数変換して出力するときの画素の動作について説明する。トランジスタ T 1 のソース・ドレイン間の電圧差を大きくして、ゲート・ソース間に発生する電圧をスレッシュホールド電圧より小さくする。このようにすることによって、トランジスタ T 1 がサブスレッシュホールド領域で動作するようにバイアスされているときと同様の状態とする。よって、フォトダイオード P D より発生する光電流を対数変換して出力することができる。

【 0 0 5 4 】

次に、光電流を線形変換して出力するときの画素の動作について説明する。このときは、トランジスタ T 1 のソースに印加する信号 ϕ VPS を直流電圧 VPD より若干低い電位にすることによって、トランジスタ T 1 を実質的にカットオフ状態とする。よって、トランジスタ T 1 のソース・ドレイン間に電流が流れない。その後の動作については、図 3 に示す画素と同様である。

【 0 0 5 5 】

次に、図 9 の画素の構成について、以下に説明する。尚、図 8 に示す画素と同様の目的で使用される素子及び信号線などは、同一の符号を付して、その詳細な説明は省略する。

【 0 0 5 6 】

図 9 に示す画素では、トランジスタ T 1 のゲートが直流電圧 V_{RG} を印加される。その他の回路構成については、図 8 に示す画素内の回路構成と同様である。このような構成の画素を用いたとき、その動作は本質的には図 8 に示す画素と同様である。しかし、図 8 の画素と異なりトランジスタ T 1 のゲート電圧を適切な電圧に設定できるので、対数変換動作を行うときに、図 8 の画素のように、 ϕ VPS

を十分に低い電圧とする必要がなく、ある程度低い電圧とすることによって、トランジスタT 1 をサブスレッシュヨルド領域でバイアスしたときと同様の状態にすることができる。又、線形変換動作を行うときは、図 8 の画素と同様である。

【 0 0 5 7 】

又、本実施形態では、図 4 のような構成のエリアセンサにおいて、図 6 のような回路構成の画素を用いて説明したが、このような回路構成の画素以外に、例えば、図 1 0 又は図 1 1 に示すような回路構成の画素を用いてもかまわない。ここで、図 1 0 の画素の構成について、以下に説明する。尚、図 6 に示す画素と同様の目的で使用される素子及び信号線などは、同一の符号を付して、その詳細な説明は省略する。

【 0 0 5 8 】

図 1 0 に示す画素は、図 6 に示す画素のように、トランジスタT 1 のドレインとゲートを接続せずに、ソースとゲートを接続するようにしている。まず、光電流を対数変換して出力するときの画素の動作について説明する。トランジスタT 1 のソース・ドレイン間の電圧差を大きくして、ゲート・ソース間に発生する電圧をスレッシュヨルド電圧より小さくする。このようにすることによって、トランジスタT 1 がサブスレッシュヨルド領域で動作するようにバイアスされているときと同様の状態とする。よって、フォトダイオードPDより発生する光電流を対数変換して出力することができる。

【 0 0 5 9 】

次に、光電流を線形変換して出力するときの画素の動作について説明する。このときは、トランジスタT 1 のソースに印加する信号 ϕ VPSを直流電圧VPDより若干低い電位にすることによって、トランジスタT 1 を実質的にカットオフ状態とする。よって、トランジスタT 1 のソース・ドレイン間に電流が流れない。その後の動作については、図 6 に示す画素と同様である。

【 0 0 6 0 】

次に、図 1 1 の画素の構成について、以下に説明する。尚、図 1 0 に示す画素と同様の目的で使用される素子及び信号線などは、同一の符号を付して、その詳細な説明は省略する。

【0061】

図11に示す画素では、トランジスタT1のゲートが直流電圧VRGを印加される。その他の回路構成については、図10に示す画素内の回路構成と同様である。このような構成の画素を用いたとき、その動作は本質的には図10に示す画素と同様である。しかし、図10の画素と異なりトランジスタT1のゲート電圧を適切な電圧に設定できるので、対数変換動作を行うときに、図10の画素のように、 ϕ VPSを十分に低い電圧とする必要がなく、ある程度低い電圧とすることによって、トランジスタT1をサブスレッショルド領域でバイアスしたときと同様の状態にすることができる。又、線形変換動作を行うときは、図10の画素と同様である。

【0062】

更に、本発明で使用する画素は、1つの画素で対数変換動作及び線形変換動作を行うことが可能であればよく、例えば、図3、図6、図8、図9、図10、又は図11の画素のキャパシタを省略するような回路構成の画素を用いてもかまわない。又、対数変換動作及び線形変換動作が切換可能な画素であれば、その回路構成はこれらの回路構成に限定されるものではない。

【0063】

又、エリアセンサについても、図2又は図4のような構成のエリアセンサを用いて説明したが、このような構成のエリアセンサに限定されるものでなく、例えば、エリアセンサ内に設けられたMOSトランジスタがPチャネルのMOSトランジスタであるような他の構成のエリアセンサでも良い。

【0064】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、入射光に対し電気信号を対数変換するか線形変換するかを、被写体の輝度範囲に基づいて切り換えるようにした。そのため、被写体の明るさの状態にかかわらず常に良好な撮像を行うことが可能となり、例えば、その輝度範囲の広い被写体を撮像するときは、広い輝度範囲を撮像できるように固体撮像素子に対数変換動作を行わせ、又、その輝度範囲の狭い被写体を撮像するときは、階調性良く撮像できるように固体撮像素子を線形変換動

作を行わせることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の固体撮像装置の要部の構成を示すブロック図。

【図 2】 図 1 に示す固体撮像装置に用いられるエリアセンサの内部構造の 1 例

【図 3】 図 2 に示すエリアセンサ内に設けられた画素の回路構成の 1 例。

【図 4】 図 1 に示す固体撮像装置に用いられるエリアセンサの内部構造の 1 例

【図 5】 図 4 の一部の回路図。

【図 6】 図 4 に示すエリアセンサ内に設けられた画素の回路構成の 1 例。

【図 7】 図 1 に示す固体撮像装置を用いて撮像するときの被写体の状況を示す図。

【図 8】 図 2 に示すエリアセンサ内に設けられた画素の回路構成の 1 例。

【図 9】 図 2 に示すエリアセンサ内に設けられた画素の回路構成の 1 例。

【図 1 0】 図 4 に示すエリアセンサ内に設けられた画素の回路構成の 1 例。

【図 1 1】 図 4 に示すエリアセンサ内に設けられた画素の回路構成の 1 例。

【図 1 2】 L O G センサの出力特性を示す図。

【符号の説明】

- 1 固体撮像装置
- 2 対物レンズ
- 3 エリアセンサ（固体撮像素子）
- 4 輝度検出装置
- 5 切換判定回路
- 6 切換信号発生回路
- 7 垂直走査回路
- 8 水平走査回路
- 9 ライン
- 1 0 出力信号線
- 1 1 電源ライン

1 2 信号線

2 0 処理部

2 1 ファインダー

G 1 1 ~ G m n 画素

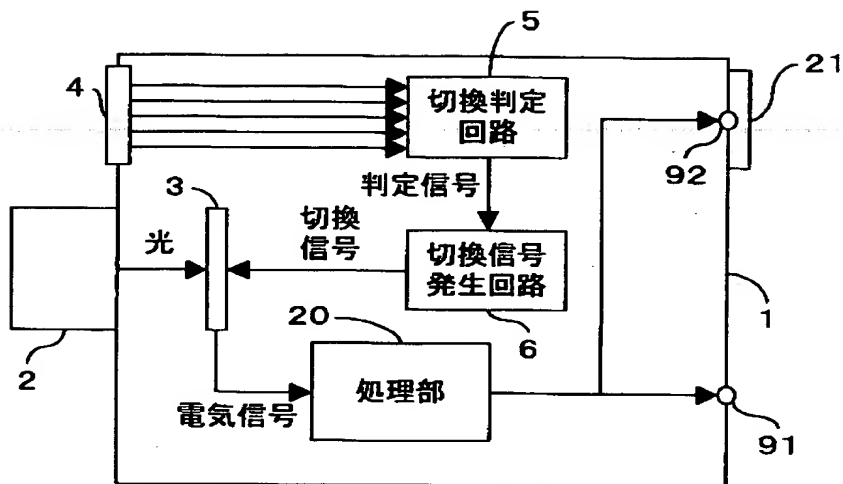
T 1 ~ T 6 NチャネルのMOSトランジスタ

P D フォトダイオード

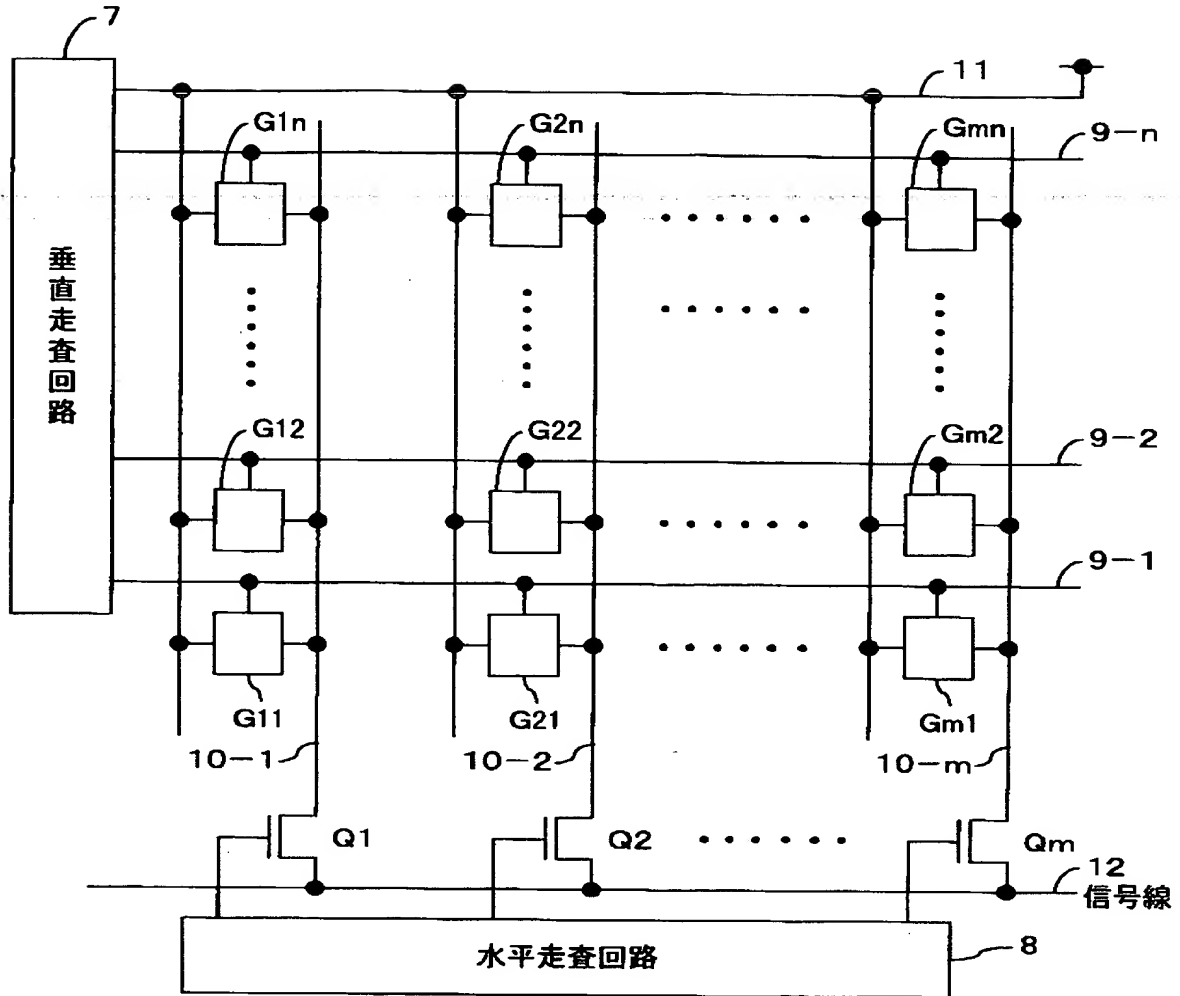
C キャパシタ

【書類名】 図面

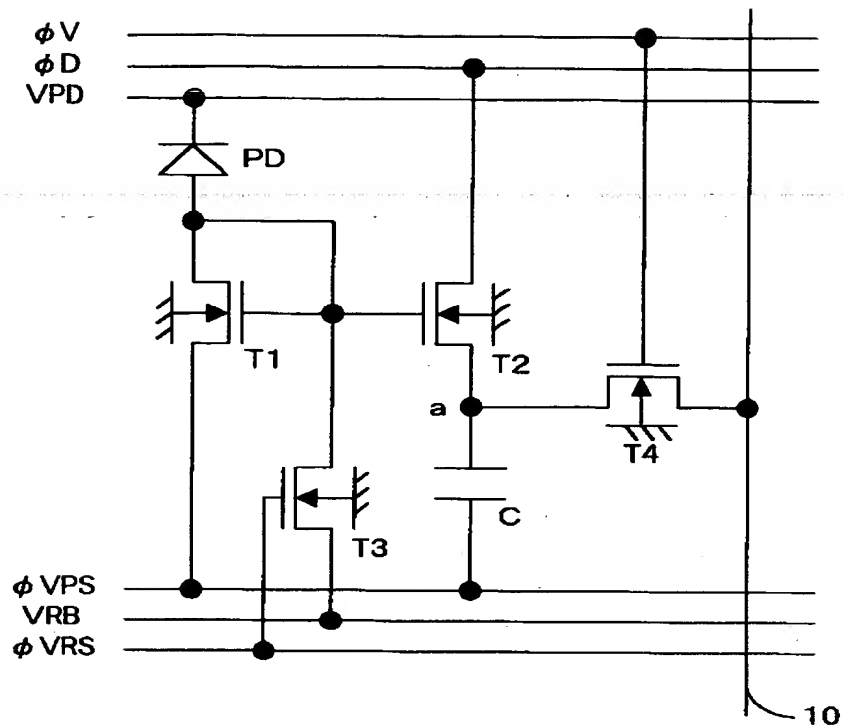
【図 1】



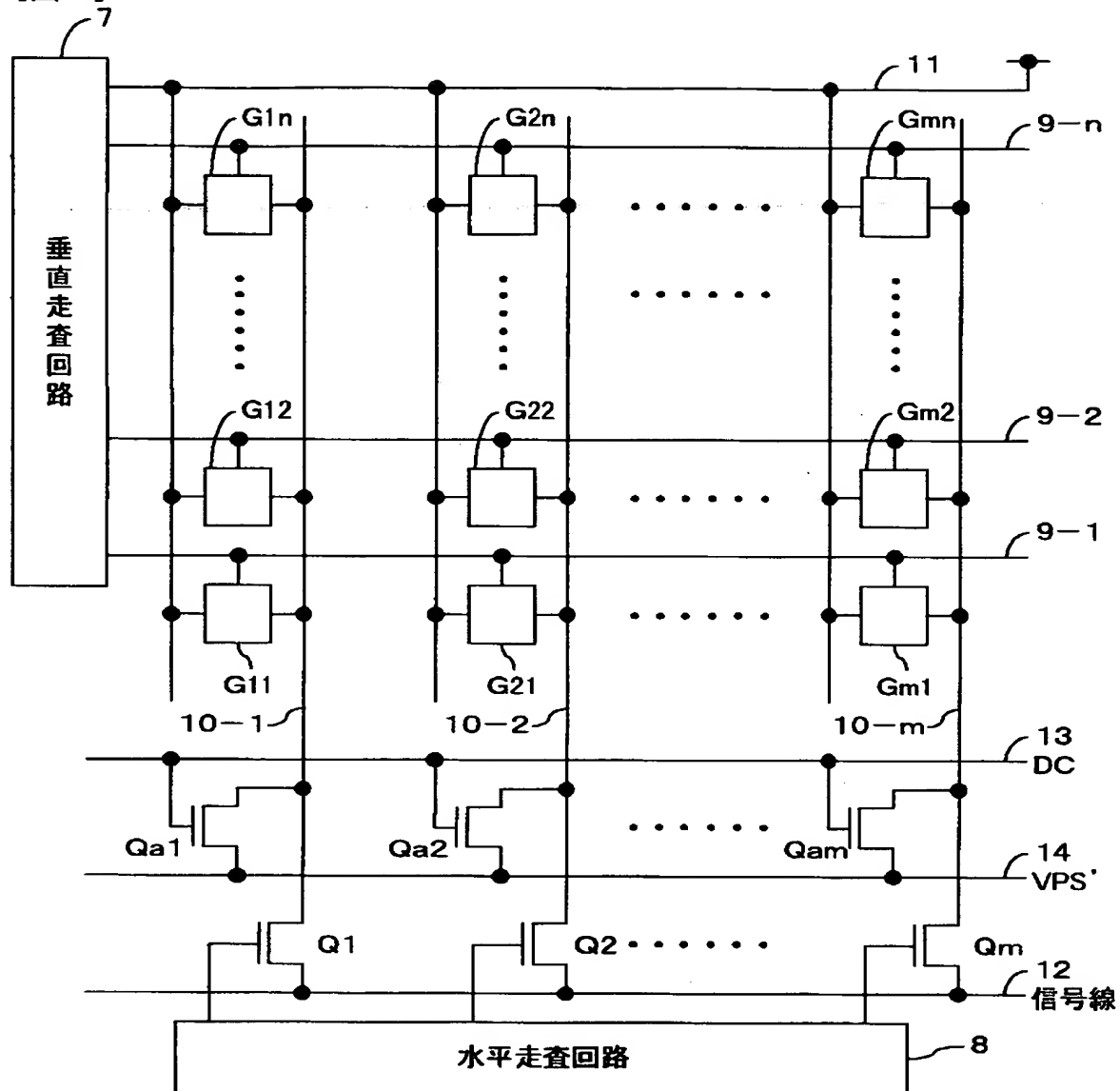
【図 2】



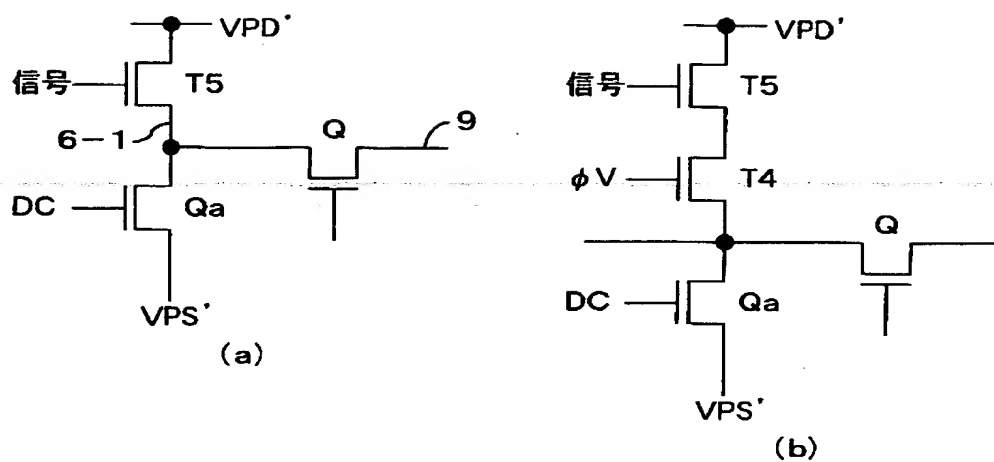
【図 3】



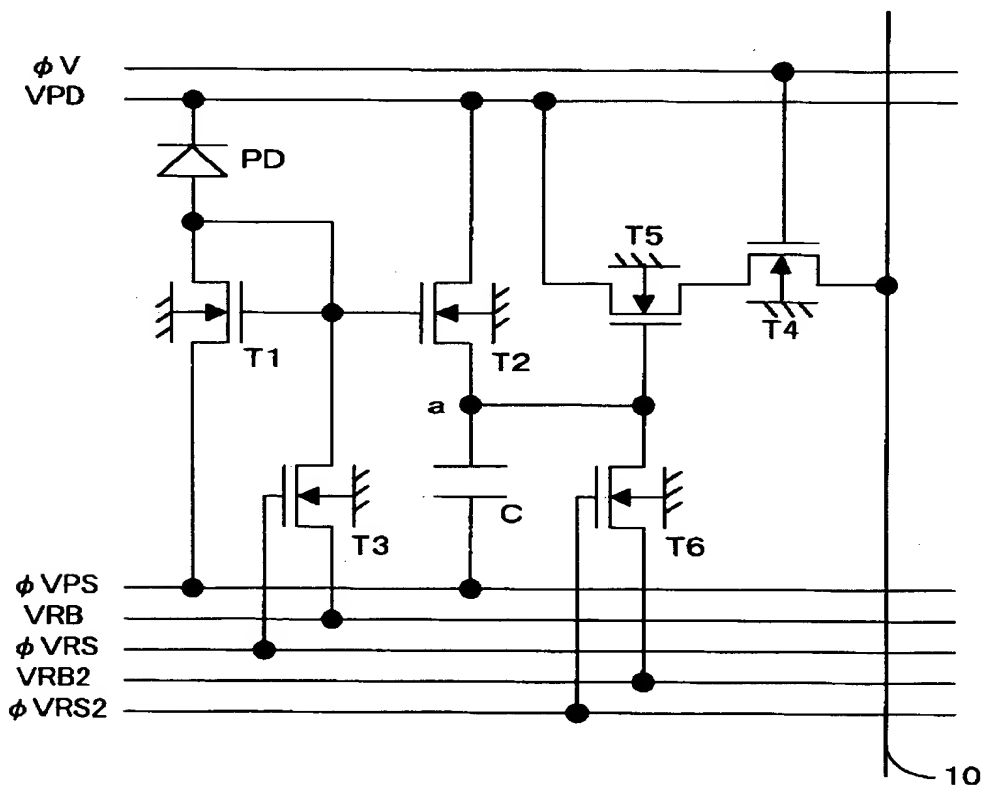
【図4】



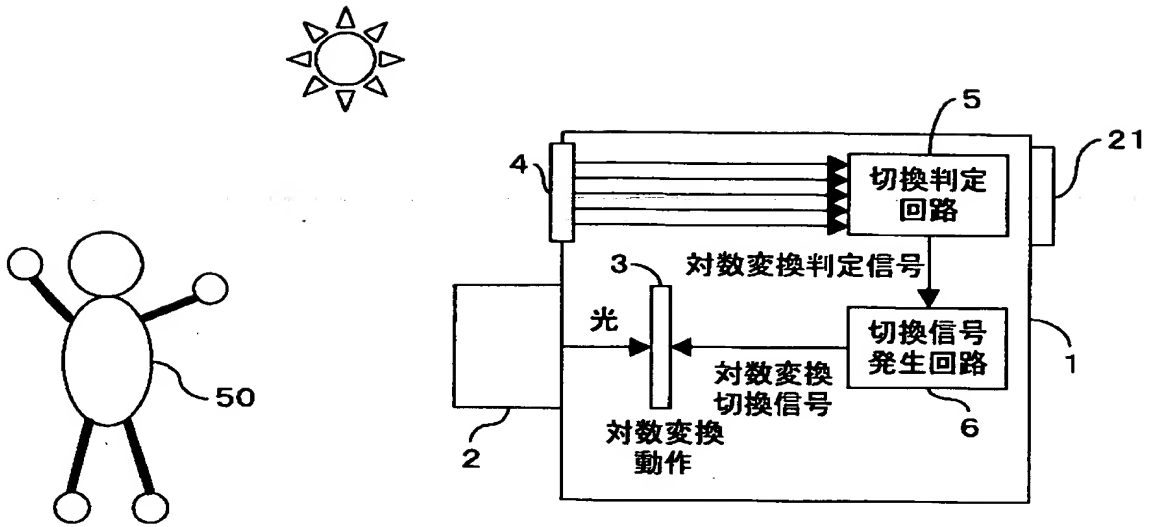
【図 5】



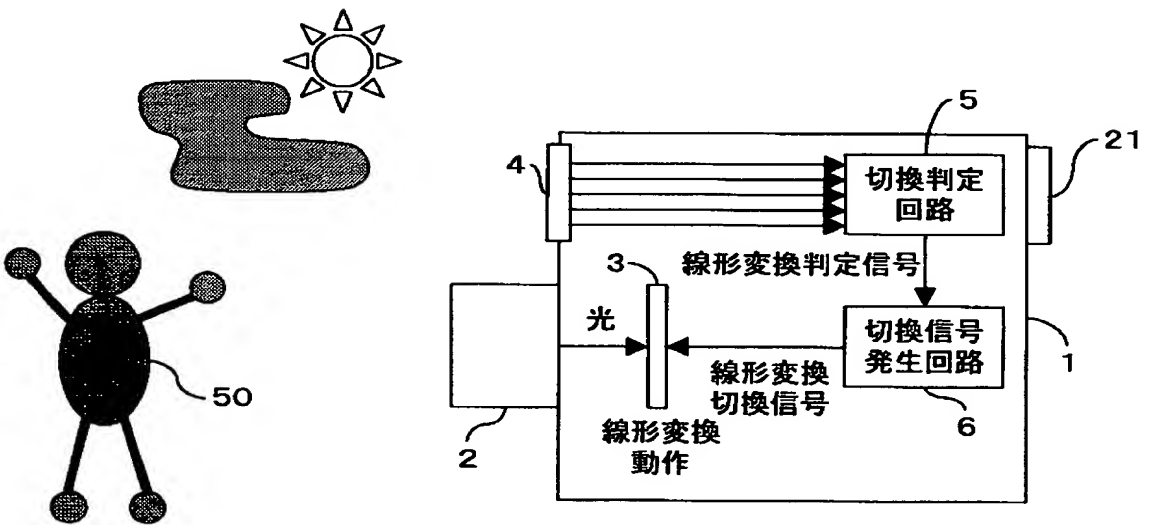
【図 6】



【图 7】

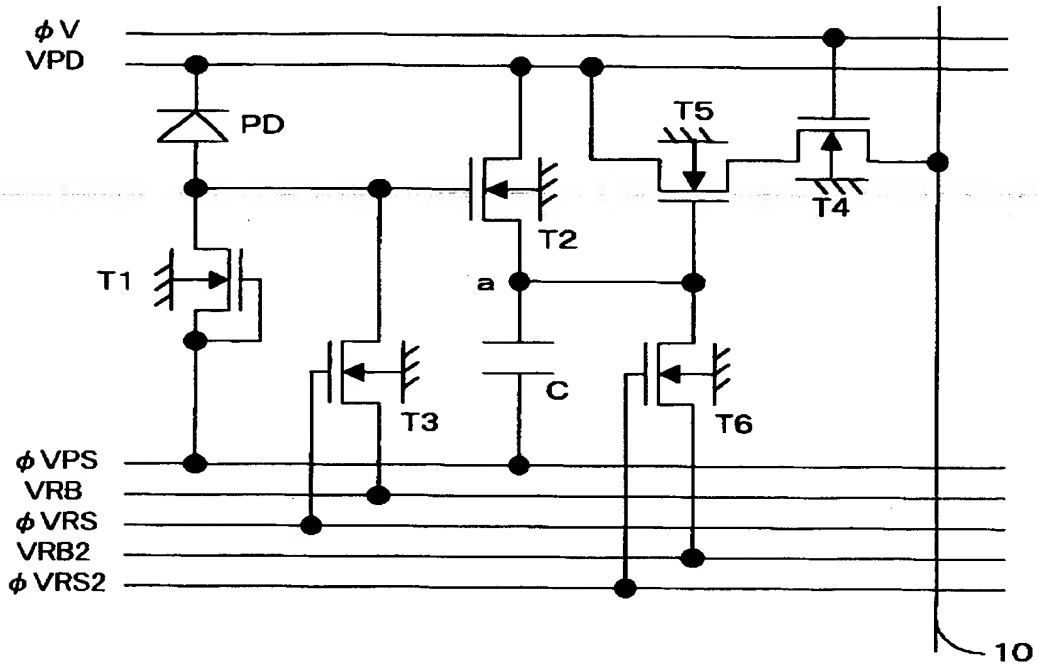


(a)

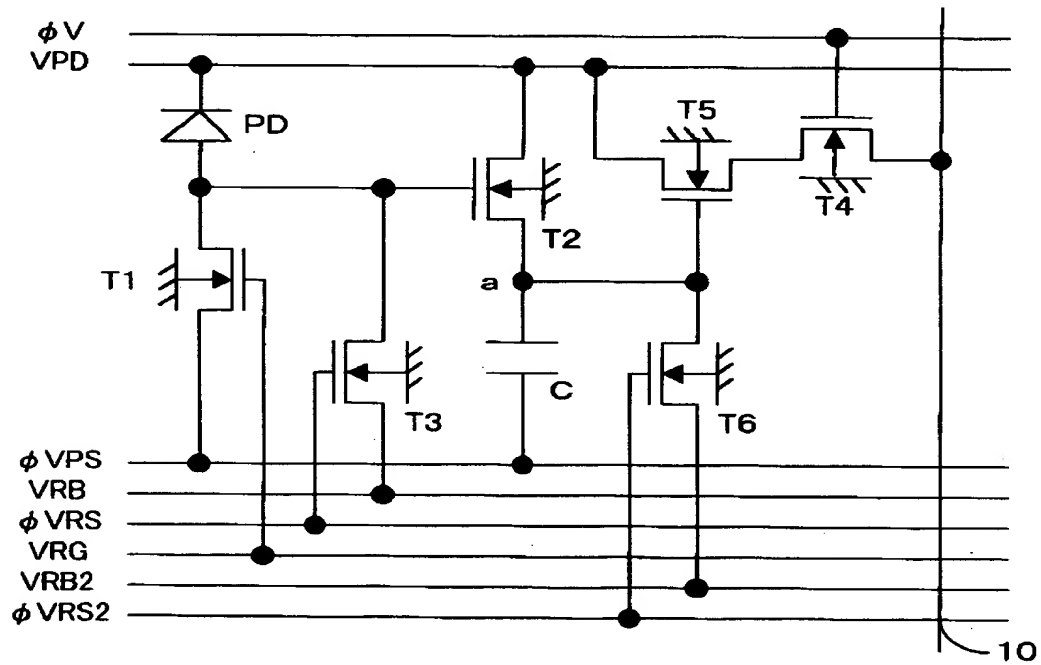


(b)

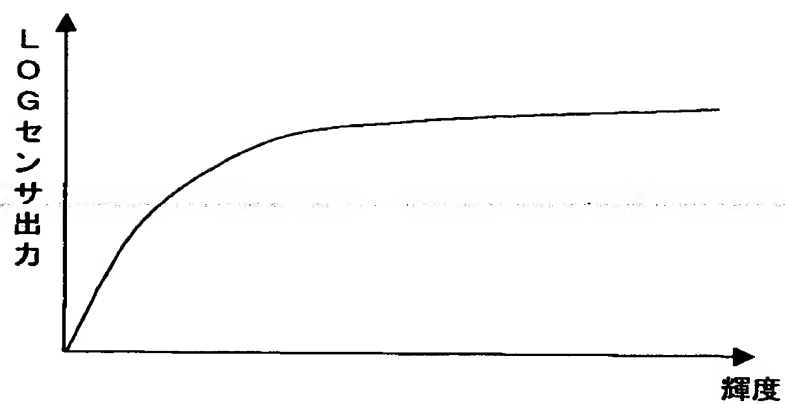
【図 1 0】



【図 1 1】



【図 1 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】本発明は、撮像する被写体の輝度範囲に応じて、固体撮像素子の入射光に対する電気信号の線形変換動作と対数変換動作とを、自動的に切り換えることができる固体撮像装置を提供することを目的とする。

【解決手段】輝度検出装置 4 により検出する被写体の輝度範囲がある一定の値（例えば、2.5 桁）よりも広くなるとき、切換判定回路 5 がエリアセンサ（固体撮像素子）3 を対数変換動作させるべきであると判定する。この切換判定回路 5 の判定によって切換信号発生回路 6 より切換信号が送出されてエリアセンサ 3 が対数変換動作を行う。又、輝度検出装置 4 により検出する被写体の輝度範囲がある一定の値（例えば、2.5 桁）よりも狭くなるとき、切換判定回路 5 がエリアセンサ 3 を線形変換動作させるべきであると判定する。この切換判定回路 5 の判定によって切換信号発生回路 6 より切換信号が送出されてエリアセンサ 3 が線形変換動作を行う。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006079]

1. 変更年月日 1994年 7月20日

[変更理由] 名称変更

住 所 大阪府大阪市中心区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル
氏 名 ミノルタ株式会社